

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AA

(11)Publication number : 10-032562

(43)Date of publication of application : 03.02.1998

(51)Int.Cl.

H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 08-186156

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 16.07.1996

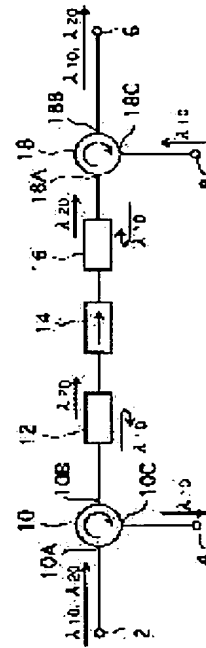
(72)Inventor : NODA HIDEKI
FUKUSHIMA NOBUHIRO

(54) OPTICAL ADD/DROP CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an add/drop circuit which does not make its operation unstable because of resonance, etc., by providing an optical isolator operationally connected between first and second fiber gratings.

SOLUTION: The optical signals of wavelength λ_{10} and λ_{20} are inputted from a port 2 to the port 10A of an optical circulator 10. The inputted optical signal is given from a port 10B to a fiber grating 12. The optical signal of the wavelength λ_{10} is reflected by the fiber grating 12, passes through the ports 10B and 10C in this order, and is outputted from a port 4 as drop light. The optical signal of λ_{20} is transmitted through the fiber grating 12 and passes through an optical isolator 14 and a fiber grating 16 in this order to be supplied to the port 18A of an optical isolator 18. As the optical isolator 14 is inserted between the fiber gratings 12 and 16, there is no such fear that the resonance of light between the fiber gratings 12 and 16 occurs.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-32562

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04J 14/00			H04B 9/00	E
14/02				

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全14頁)

(21) 出願番号	特願平8-186156	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成8年(1996) 7月16日	(72) 発明者	野田 秀樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	福島 暢洋 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 松本 昂

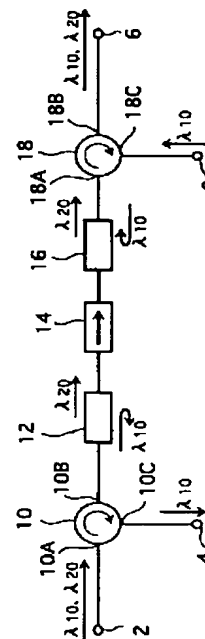
(54) 【発明の名称】 光アッド／ドロップ回路

(57) 【要約】

【課題】 本発明は波長分割多重に適用可能な光アッド／ドロップ回路に関し、共振等により動作が不安定になることを防止することを課題としている。

【解決手段】 ポート10A、10B及び10Cを有する第1の光サーキュレータ10と、ポート10Bに動作的に接続される第1のファイバグレーティング12と、ポート18A、18B及び18Cを有する第2の光サーキュレータ18と、ポート18Aに動作的に接続される第2のファイバグレーティング16と、ファイバグレーティング12及び16間に接続される光アイソレータ14とから構成する。

第1実施形態を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2及び第3のポートを有する第1の光サーキュレータと、
該第2のポートに動作的に接続される第1のファイバグレーティングと、
第4、第5及び第6のポートを有する第2の光サーキュレータと、
該第4のポートに動作的に接続される第2のファイバグレーティングと、
上記第1及び第2のファイバグレーティングの間に動作的に接続される光アイソレータとを備えた光アッド／ドロップ回路。

【請求項2】 請求項1に記載の光回路であって、
上記第1及び第2のファイバグレーティングは第1の波長を有する光を反射させる光回路。

【請求項3】 請求項2に記載の光回路であって、
上記第1のポートには、上記第1の波長を有する第1の入力光と上記第1の波長とは異なる第2の波長を有する第2の入力光とが供給され、
上記第3のポートは、上記第1のファイバグレーティングで反射した上記第1の入力光をドロップ光として出力し、
上記第2の入力光は、上記第2のポートから出力されて上記第1のファイバグレーティング、上記光アイソレータ及び上記第2のファイバグレーティングをこの順に通過して上記第4のポートへ供給され、
上記第6のポートには、上記第1の波長を有するアッド光が供給され、
上記第5のポートは、上記第2のファイバグレーティングで反射した上記アッド光と上記第4のポートへ供給された上記第2の入力光とを出力する光回路。

【請求項4】 請求項3に記載の光回路であって、
上記第2の波長は上記第1の波長よりも長い光回路。

【請求項5】 請求項3に記載の光回路であって、
上記第1の入力光は複数の入力チャネルからなり、
該複数の入力チャネルは互いに異なる波長を有し、
上記第1のファイバグレーティングは上記複数の入力チャネルに対応して複数あり、
上記アッド光は複数のアッドチャネルからなり、
該複数のアッドチャネルは互いに異なる波長を有し、
上記第2のファイバグレーティングは上記複数のアッドチャネルに対応して複数ある光回路。

【請求項6】 請求項5に記載の光回路であって、
上記複数の第1のファイバグレーティングは上記第1の光サーキュレータと上記光アイソレータとの間にカスケード接続されており、
上記複数の第1のファイバグレーティングの各々が反射する光の波長は上記第1の光サーキュレータに近いほど短く、
上記複数の第2のファイバグレーティングは上記第2の

光サーキュレータと上記光アイソレータとの間にカスケード接続されており、

上記複数の第2のファイバグレーティングの各々が反射する光の波長は上記第2の光サーキュレータに近いほど短い光回路。

【請求項7】 請求項3に記載の光回路であって、
上記第2の入力光は複数の入力チャネルからなる光回路。

【請求項8】 請求項3に記載の光回路であって、
上記第1のポートに動作的に接続され、上記第1及び第2の入力光を出力する第1の光送信機と、
上記第3のポートに動作的に接続され上記ドロップ光を受ける第1の光受信機と、
上記第6のポートに動作的に接続され上記アッド光を出力する第2の光送信機と、
上記第5のポートに動作的に接続され上記第2の入力光及び上記アッド光を受ける第2の光受信機とを更に備えた光回路。

【請求項9】 第1、第2及び第3のポートを有する光サーキュレータと、
該第2のポートに動作的に接続され第1の波長を有する光を反射させるファイバグレーティングとを備え、
該ファイバグレーティングを通過する光は上記第1の波長よりも長い波長を有している光アッド／ドロップ回路。

【請求項10】 請求項9に記載の光回路であって、
上記第1の波長を有する光は上記第1及び第2のポートをこの順に通過して上記ファイバグレーティングに供給される光回路。

【請求項11】 請求項10に記載の光回路であって、
上記第1のポートには上記第1の波長を有する第1の入力光と上記第1の波長よりも長い第2の波長を有する第2の入力光とが供給され、
上記第3のポートは、上記ファイバグレーティングで反射した上記第1の入力光をドロップ光として出力し、
上記第2の入力光は上記ファイバグレーティングを通過する光回路。

【請求項12】 請求項11に記載の光回路であって、
上記第2の入力光は複数の入力チャネルからなる光回路。

【請求項13】 請求項11に記載の光回路であって、
上記第1の入力光は複数の入力チャネルからなり、
上記複数の入力チャネルは互いに異なる波長を有し、
上記ファイバグレーティングは上記複数の入力チャネルに対応して複数ある光回路。

【請求項14】 請求項13に記載の光回路であって、
上記複数のファイバグレーティングはカスケード接続され、
上記複数のファイバグレーティングの各々が反射する光の波長は上記光サーキュレータに近いほど短い光回路。

【請求項 1 5】 請求項 1 1 に記載の光回路であって、上記第 1 のポートに動作的に接続され上記第 1 及び第 2 の入力光を出力する光送信機と、
上記ファイバグレーティングに動作的に接続され上記第 2 の入力光を受ける第 1 の光受信機と、
上記第 3 のポートに動作的に接続され上記ドロップ光を受ける第 2 の光受信機とを更に備えた光回路。

【請求項 1 6】 請求項 1 0 に記載の光回路であって、上記第 1 のポートには上記第 1 の波長を有するアッド光が供給され、
上記ファイバグレーティングには上記第 1 の波長よりも長い波長を有する入力光が供給され、
上記第 3 のポートは、上記ファイバグレーティングで反射した上記アッド光と上記ファイバグレーティングを通過した上記入力光とを出力する光回路。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 に記載の光回路であって、上記入力光は複数の入力チャネルからなる光回路。

【請求項 1 8】 請求項 1 6 に記載の光回路であって、上記アッド光は複数のアッドチャネルからなり、
上記複数のアッドチャネルは互いに異なる波長を有し、
上記ファイバグレーティングは上記複数のアッドチャネルに対応して複数ある光回路。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載の光回路であって、上記複数のファイバグレーティングはカスケード接続され、
上記複数のファイバグレーティングの各々が反射する光の波長は上記サーキュレータに近いほど短い光回路。

【請求項 2 0】 請求項 1 6 に記載の光回路であって、上記第 1 のポートに動作的に接続され上記アッド光を出力する第 1 の光送信機と、
上記ファイバグレーティングに動作的に接続され上記入力光を出力する第 2 の光送信機と、
上記第 3 のポートに動作的に接続され上記入力光及び上記アッド光を受ける光受信機とを更に備えた光回路。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的に、波長分割多重（WDM）システムに適用可能な光アッド／ドロップ回路に関し、更に詳しくは、ファイバグレーティングを有する光アッド／ドロップ回路に関する。

【0 0 0 2】 複数のターミナル（端局）間を光ファイバ伝送路で結ぶネットワークが提案されている。この種のネットワークに波長分割多重（WDM）を適用することにより、柔軟性に富んだシステムの構築が可能になることが示唆されている。

【0 0 0 3】

【従来の技術】 WDM が適用されるネットワークにおいて、あるターミナルに関してドロップチャネルの信号光の受信及び／又はアッドチャネルの信号光の送信を行い得るようにするために、光アッド／ドロップ回路が用い

られる。

【0 0 0 4】 近年においては、実用的なファイバグレーティング（ブラッググレーティングファイバデバイス）が開発され、ファイバグレーティングを光アッド／ドロップ回路へ適用することが提案されている（例えば O P T R O N I C S （ 1 9 9 5 ） N o . 1 1 , p p 1 3 5 - 1 4 1 ）。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】 ファイバグレーティングは、特定の波長の光を反射させそれ以外の波長の光を通過させる。従って、同じ波長の光を反射させる二つ以上のファイバグレーティングが一つの閉じた光回路内に設けられていると、共振等により光回路の動作が不安定になることがある。

【0 0 0 6】 また、一般的な製法により得られるファイバグレーティングにあっては、反射光の波長よりも短い領域で通過する光の損失が大きいという問題がある。よって、本発明の目的は、共振等により動作が不安定になることのない光アッド／ドロップ回路を提供することにある。

【0 0 0 7】 本発明の他の目的は、損失が小さい光アッド／ドロップ回路を提供することである。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】 本発明のある側面によると、第 1、第 2 及び第 3 のポートを有する第 1 の光サーキュレータと、該第 2 のポートに動作的に接続される第 1 のファイバグレーティングと、第 4、第 5 及び第 6 のポートを有する第 2 の光サーキュレータと、該第 4 のポートに動作的に接続される第 2 のファイバグレーティングと、上記第 1 及び第 2 のファイバグレーティングの間に動作的に接続される光アイソレータとを備えた光アッド／ドロップ回路が提供される。

【0 0 0 9】 この光回路においては、第 1 及び第 2 のファイバグレーティングの間に光アイソレータが設けられているので、共振等に起因して動作が不安定になることがない。

【0 0 1 0】 光アイソレータを設けることによる効果は第 1 及び第 2 のファイバグレーティングが同じ第 1 の波長を有する光を反射させる場合に顕著である。この光回路は例えば次のように動作する。第 1 のポートには第 1 の波長を有する第 1 の入力光と第 1 の波長とは異なる第 2 の波長を有する第 2 の入力光とが供給される。第 3 のポートは第 1 のファイバグレーティングで反射した第 1 の入力光をドロップ光として出力する。第 2 の入力光は、第 2 のポートから出力されて第 1 のファイバグレーティング、光アイソレータ及び第 2 のファイバグレーティングをこの順に通過して第 4 のポートへ供給される。第 6 のポートには第 1 の波長を有するアッド光が供給される。第 5 のポートは、第 2 のファイバグレーティングで反射したアッド光と第 4 のポートへ供給された第 2 の

入力光とを出力する。

【0011】本発明の他の側面によると、第1、第2及び第3のポートを有する光サーキュレータと、該第2のポートに動作的に接続され第1の波長を有する光を反射させるファイバグレーティングとを備え、該ファイバグレーティングを通過する光は上記第1の波長よりも長い波長を有している光アッド／ドロップ回路が提供される。

【0012】この光回路においては、ファイバグレーティングを通過する光の波長はファイバグレーティングで反射する光の波長よりも長くなるように設定されているので、この光回路を光アッド回路又は光ドロップ回路として用いたときに通過損失が小さくなる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の望ましい実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。図1を参照すると、本発明の第1実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図が示されている。この光回路は、ポート2、4、6及び8と、これらのポートに動作的に接続される光サーキュレータ10、ファイバグレーティング12、光アイソレータ14、ファイバグレーティング16及び光サーキュレータ18とを有している。本明細書において、光学部品同士が動作的に接続されるというのは、ファイバ接続或いはコリメートビームを用いた空間接続により直接接続される場合を含み、更に光フィルタ等の他の光学部品を介して接続される場合を含む。

【0014】光サーキュレータ10は、ポート2に接続されるポート10Aと、ファイバグレーティング12の第1端に接続されるポート10Bと、ポート4に接続されるポート10Cとを有している。

【0015】本願の図面において光サーキュレータを表す円の内部に示される矢印の方向は、当該光サーキュレータにおける光のサーキュレーションの方向を定義している。例えば、光サーキュレータ10は、ポート10Aに供給された光をポート10Bから出力し、ポート10Bに供給された光をポート10Cから出力し、ポート10Cに供給された光をポート10Aから出力する。

【0016】ファイバグレーティング12の第2端は光アイソレータ14の入力ポートに接続される。光アイソレータ14の出力ポートはファイバグレーティング16の第1端に接続される。光アイソレータ14はその入力ポートから出力ポートに向かう方向にのみ光を透過させる。

【0017】光サーキュレータ18は、ファイバグレーティング16の第2端に接続されるポート18Aと、ポート6に接続されるポート18Bと、ポート8に接続されるポート18Cとを有している。

【0018】一般に光照射によって光学媒体（例えばガラス）の屈折率が恒久的に変化する場合、その光学媒体は感光性（photosensitive）であるとい

う。この性質を利用して光ファイバのコアにファイバグレーティングを作製することができる。このようなファイバグレーティングの特徴は、グレーティングのピッチとファイバモードの有効屈折率とによって決定される共振波長近傍の狭い帯域で光をブラッグ反射させることである。

【0019】ファイバグレーティングは、例えば、フェーズマスクを使用して248nm又は193nmを発振波長とするエキシマレーザをファイバに照射することによって作製される（K. O. Hill, B. Malo, F. Bilodeau, D. C. Johnson, and J. Albert, "Bragg gratings fabricated in monomode photosensitive optical fiber by UV exposure through a phase mask", Applied Physics Letters, Vol. 62, No. 10, pp. 1035-1037, March 8, 1993）。

【0020】光ファイバ固有の感光性は、 H_2 ローディング（P. J. Lemaire, R. M. Atkins, V. Mizrahi and W. A. Reed, "High pressure H_2 loading as a technique for achieving ultrahigh UV photosensitivity and thermal sensitivity in GeO_2 doped optical fibres", Electronics Letters, Vol. 29, No. 13, pp. 1191-1193, June 24, 1993）、フレームブラッシング（F. Bilodeau, B. Malo, J. Albert, D. C. Johnson, K. O. Hill, Y. Hibino, M. Abe, and M. Kawachi, "Photosensitization of optical fiber and silica-on-silicon/silica waveguides", Optics Letters, Vol. 18, No. 12, pp. 953-955, June 15, 1993）又は、紫外光の大量の照射（B. Malo, J. Albert, K. O. Hill, F. Bilodeau, D. C. Johnson and S. Theriault "Enhanced photosensitivity in lightly doped standard telecomunication fibre exposed to high fluence ArF excimer laser light" Electronics Letters, Vol. 31, No. 11, pp. 879-880, May 25, 1995）により、増強することができる。

【0021】この実施形態では、ファイバグレーティング12及び16は、波長 λ_{10} の光を反射させ、波長 λ_1 ($\lambda_{10} < \lambda_1$)の光を透過させる。図1の光回路の動作を簡単に説明すると、WDM(波長分割多重)された波長 λ_{10} 及び λ_1 の光信号が与えられたときに、波長 λ_1 のドロップ光と波長 λ_{10} のアッド光との交換を行うところにある。具体的には次の通りである。

【0022】光サーキュレータ10のポート10Aには波長 λ_{10} 及び λ_1 の光信号がポート2から入力される。入力光信号はポート10Bからファイバグレーティング12へ供給される。

【0023】波長 λ_{10} の光信号はファイバグレーティング12で反射してポート10B及び10Cをこの順に経てポート4からドロップ光として出力される。波長 λ_1 の光信号はファイバグレーティング12を透過して更に光アイソレータ14及びファイバグレーティング16をこの順に通過して光アイソレータ18のポート18Aに供給される。

【0024】ポート8には波長 λ_{10} のアッド光が入力される。アッド光はポート18C及び18Aをこの順に経てファイバグレーティング16へ供給される。アッド光はファイバグレーティング16において反射され再びポート18Aへ供給される。

【0025】ポート18Aへ供給された波長 λ_{10} の光信号と波長 λ_1 のアッド光はポート18Bを通してポート6から出力される。この実施形態では、同じ波長(波長 λ_{10})の光を反射させるファイバグレーティング12及び16が光サーキュレータ10及び18間に設けられている。ファイバグレーティング12及び16の各々における波長 λ_{10} の光に対する反射率は一般的には100%よりも小さいので、波長 λ_{10} の光の一部は透過してしまう。

【0026】従って、もし光アイソレータ14がないとすると、ファイバグレーティング12及び16間の光学距離と波長 λ_{10} との関係によっては波長 λ_{10} の光が共振することがある。このような共振が生じると、光アッド／ドロップ回路の動作が不安定になる。互いに隣り合う二つのファイバグレーティングが反射させる光の波長が異なる場合にも、高調波間の干渉等により光アイソレータの不存在による動作の不安定さが引き起こされることがある。

【0027】この実施形態ではファイバグレーティング12及び16間に光アイソレータ14を挿入しているので、ファイバグレーティング12及び16間における光の共振の恐れはなく、光アッド／ドロップ回路の動作を安定にすることができる。

【0028】図2を参照すると、図1のファイバグレーティング12(16)の透過率と波長との関係が示されている。波長 λ_{10} で透過率が最低になり(すなわち反射率が最大になり)、波長 λ_1 を含む狭い帯域を除いて透

過率は高い。

【0029】ここで注目すべき点は、波長 λ_{10} よりも長い波長の領域に比べて短い波長の領域では透過率が低く、すなわち損失が大きくなっていることである。このようにブラッグ反射波長よりも短い波長の領域で大きな損失が生じるのは、ファイバグレーティングにおけるクラッドへの放射モードにより説明することができる。

【0030】上述した損失の増大を回避するために、図1の第1実施形態では、ファイバグレーティング12及び16を透過する光信号の波長 λ_{10} を反射光信号の波長 λ_{10} よりも長く設定している。このような波長の相対的な設定によって、図2により説明した損失の増大を回避することができる。

【0031】図3を参照すると、本発明の第2実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図が示されている。この実施形態は、ドロップ光が複数のドロップチャンネルからなり、アッド光が複数のアッドチャンネルからなる点で特徴づけられる。ドロップチャンネルのそれぞれの波長は λ_{11} 及び λ_{12} であり、アッドチャンネルのそれぞれの波長も同じく λ_{11} 及び λ_{12} である。

【0032】ドロップチャンネルの数は2であり、アッドチャンネルの数も2である。波長分割多重された3チャンネルの光信号がポート2から光サーキュレータ10のポート10Aに入力される。各チャンネルの波長は λ_{11} 、 λ_{12} 及び λ_{10} である。

【0033】波長 λ_{11} 及び λ_{12} のドロップチャンネルを得るために、光サーキュレータ10のポート10Bと光アイソレータ14との間にはファイバグレーティング20及び22がこの順に設けられている。すなわちファイバグレーティング20及び22はカスケード接続されている。

【0034】ファイバグレーティング20及び22はそれぞれ波長 λ_{11} 及び λ_{12} の光を反射させ、波長 λ_{10} の光を透過させる。波長 λ_{11} 及び λ_{12} のアッドチャンネルのために、ファイバグレーティング24及び26が光アイソレータ14と光サーキュレータ18のポート18Aとの間にこの順でカスケード接続されている。ファイバグレーティング24及び26はそれぞれ波長 λ_{11} 及び λ_{12} の光を反射させ、波長 λ_{10} の光を透過させる。

【0035】ポート2へ供給された波長 λ_{11} 、 λ_{12} 及び λ_{10} の光信号は、光サーキュレータ10のポート10Bから出力される。波長 λ_{11} の光信号はファイバグレーティング20で反射してポート10Bへ戻り、波長 λ_{12} の光信号はファイバグレーティング22で反射してポート10Bへ戻る。

【0036】そしてポート10Bへ戻った波長 λ_{11} 及び λ_{12} の光信号はドロップ光としてポート10Cから出力される。ファイバグレーティング20及び22を透過した波長 λ_{10} の光信号は、光アイソレータ14、ファイバグレーティング24及び26をこの順に透過して光サー

キュレータ18のポート18Aに供給される。

【0037】ポート8からポート18Cへ供給された波長 λ_{11} 及び λ_{12} のアッド光はポート18Aから出力される。波長 λ_{11} のアッド光はファイバグレーティング26で反射してポート18Aへ戻り、波長 λ_{12} のアッド光はファイバグレーティング24で反射してポート18Aへ戻る。

【0038】ポート18Aへ供給された波長 λ_{10} の光信号並びに波長 λ_{11} 及び λ_{12} のアッド光はポート18Bからポート6へ出力される。三つの入力チャンネルの波長の相対関係は次の通りである。

【0039】 $\lambda_{11} < \lambda_{12} < \lambda_{10}$ 。

ポート2からポート6へ通過させるチャンネルの波長 λ_{10} をドロップチャンネル及びアッドチャンネルの波長 λ_{11} 及び λ_{12} よりも長く設定しているのは、波長 λ_{10} の光信号がファイバグレーティング20、22、24及び26を通過する時の損失を小さくするためである。

【0040】また、ドロップチャンネルの波長について $\lambda_{11} < \lambda_{12}$ となるように設定されているのは、ファイバグレーティング22で反射する波長 λ_{12} のドロップ光がファイバグレーティング20を往復して通過する時の損失を小さくするためである。同じ理由によりアッドチャンネルについても、光サーキュレータ18により近いファイバグレーティング26が反射する光の波長(λ_{11})のほうが光サーキュレータ18からより遠いファイバグレーティング24が反射する光の波長(λ_{12})よりも短くされている。

【0041】このように本実施形態によると、ドロップ光及びアッド光がそれぞれ複数チャンネルである場合に光アッド／ドロップ回路の損失を小さくすることができる。また、ファイバグレーティング22及び24間に光アイソレータ14を挿入しているので、共振により光回路の動作が不安定になることが防止される。

【0042】図4を参照すると本発明の第3実施形態を示す光回路のブロック図が示されている。ここでは図3に示される光アッド／ドロップ回路28が用いられている。但し、図3の説明ではポート2からポート6へ通過する光信号は1チャンネル(波長 λ_{10})であるとしたが、図4の実施形態では、波長 λ_{11} 及び λ_{12} の2チャンネルの光信号がポート2からポート6へ通過する。

【0043】ポート2へ供給される合計4チャンネルの光信号の波長 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{21} 及び λ_{22} の相対関係は、図5に示されるように、次の不等式によって与えられる。 $\lambda_{11} < \lambda_{12} < \lambda_{21} < \lambda_{22}$ 。

図4を参照すると、端局30、32及び34を光ファイバ伝送路で結んでなるネットワークが示されている。端局30は波長分割多重された4チャンネルの光信号を出力し、端局32は波長分割多重された4チャンネルの光信号を受け、端局34は二つのドロップチャンネルと二つのアッドチャンネルとの交換を行う。具体的には次の通りであ

る。

【0044】端局30はそれぞれ波長 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{21} 及び λ_{22} の光信号を出力する光送信機36(#1、#2、#3及び#4)を有している。これらの光信号は光マルチプレクサ(MUX)38で波長分割多重されて光ファイバ伝送路40へ送出される。

【0045】光ファイバ伝送路40は光マルチプレクサ38と光アッド／ドロップ回路28のポート2とを接続しており、その途中には複数の光増幅器42が設けられている。

【0046】光増幅器42は、例えば、光増幅媒体と、光増幅媒体が利得帯域を有するように光増幅媒体をポンピングする手段とを有している。光増幅媒体としてはEr(エルビウム)等の希土類元素がドープされたドープファイバを用いることができる。ドープファイバのポンピングは予め定められた波長のポンプ光をドープファイバに入力することによって行うことができる。

【0047】増幅すべき光信号が波長1.55 μ m帯であり、ドープファイバのドープメントがErである場合、ポンプ光の波長としては0.98 μ m帯或いは1.48 μ m帯が有力である。

【0048】光アッド／ドロップ回路28のポート4から出力されたドロップ光は、光ファイバ伝送路44により端局34へ送られる。光ファイバ伝送路44の途中には複数の光増幅器46設けられている。

【0049】光ファイバ伝送路44により送られてきたドロップ光は、光デマルチプレクサ(DEMUX)48により波長 λ_{11} 及び λ_{12} の2チャンネルのドロップ光に分離され、ドロップ光はそれぞれ光受信機50(#1及び#2)へ供給される。

【0050】端局34は、更に、2チャンネルのアッド光を出力する光送信機52(#1及び#2)を有している。波長 λ_{21} 及び λ_{22} のアッド光は光マルチプレクサ54で波長分割多重され、光ファイバ伝送路56を介して光アッド／ドロップ回路28のポート8へ送られる。光ファイバ伝送路の途中には複数の光増幅器58が設けられている。

【0051】ポート6から出力された波長 λ_{11} 及び λ_{12} のアッド光並びに波長 λ_{21} 及び λ_{22} の光信号は、光ファイバ伝送路60により端局32へ送られる。光ファイバ伝送路60の途中には複数の光増幅器62が設けられている。

【0052】端局32は光ファイバ伝送路60に接続される光デマルチプレクサ64を有しており、光デマルチプレクサ64は波長 λ_{11} 及び λ_{12} のアッド光をそれぞれ光受信機66(#1及び#2)へ供給し、波長 λ_{21} 及び λ_{22} の光信号をそれぞれ光受信機66(#3及び#4)へ供給する。

【0053】図4のネットワークによると、例えば、端局30及び32を別の大陸に設置し、光ファイバ伝送路

40及び60と光増幅器42及び62と光アッド／ドロップ回路28とを大陸間の海底に敷設したときに、ある島に設置される端局34で2チャンネル分のドロップ光と2チャンネル分のアッド光との交換を行うことができる。光アッド／ドロップ回路28において、動作の安定化及び損失の低減が可能になるのは前述した通りである。

【0054】図6を参照すると、本発明の第4実施形態を示す光ドロップ回路が示されている。図1の第1実施形態の一部として光サーキュレータ10及びファイバグレーティング12が用いられている。

【0055】図6の第4実施形態は、ファイバグレーティング12の第2端がポート68で終端されている点で特徴づけられる。これにより次のような動作が可能である。ポート2へ供給された波長 λ_1 及び λ_2 の光信号のうち波長 λ_1 の光信号はポート68から出力され、波長 λ_2 の光信号はドロップ光としてポート4から出力される。

【0056】ファイバグレーティング12を透過する光信号の波長 λ_1 はファイバグレーティング12で反射する光信号（ドロップ光）の波長 λ_2 よりも長いので、ファイバグレーティング12が図2に示されるような特性を有している場合にポート2からポート68へ至る波長 λ_1 の光信号についての損失を小さくすることができる。

【0057】図7を参照すると、本発明の第5実施形態を示す光ドロップ回路のブロック図が示されている。図3の第2実施形態の一部である光サーキュレータ10とファイバグレーティング20及び22とが用いられている。

【0058】図7の第5実施形態は、ファイバグレーティング22がポート70で終端されている点で特徴づけられる。ファイバグレーティング20及び22を透過する光信号の波長 λ_1 は、ファイバグレーティング20及び22でそれぞれ反射する光信号（ドロップ光）の波長 λ_2 及び λ_3 よりも長いので、ポート2からポート70に至る波長 λ_1 の光信号の損失を小さく抑えることができる。

【0059】また、光サーキュレータ10により近いファイバグレーティング20が反射する光の波長 λ_2 を、光サーキュレータ10からより遠いファイバグレーティング22が反射する光の波長 λ_3 よりも短く設定しているので、ファイバグレーティング22で反射する波長 λ_2 の光信号（ドロップ光）がファイバグレーティング20を往復して通過するときの損失を小さく抑えることができる。

【0060】図8を参照すると、本発明の第6実施形態を示す光アッド回路のブロック図が示されている。図1の第1実施形態の一部であるファイバグレーティング16及び光サーキュレータ18が用いられている。

【0061】図8の第6実施形態は、ファイバグレーテ

ィング16がポート72で終端されている点で特徴づけられる。ポート72へ供給された波長 λ_1 の光信号は、ファイバグレーティング16を透過しポート18A及び18Bをこの順に通ってポート6へ至る。

【0062】ポート8へ供給された波長 λ_1 のアッド光は、ポート18C及び18Aをこの順に通ってファイバグレーティング16へ供給される。波長 λ_1 のアッド光は、ファイバグレーティング16で反射し、ポート18A及び18Bをこの順に経てポート6へ至る。

10 【0063】この実施形態ではファイバグレーティング16を透過する光の波長 λ_1 がファイバグレーティング16で反射する光の波長 λ_2 よりも長く設定されているので、ポート72からポート6へ至る波長 λ_1 の光についての損失を小さく抑えることができる。

【0064】図9を参照すると、本発明の第7実施形態を示す光アッド回路のブロック図が示されている。図3の第2実施形態の一部である光サーキュレータ18とファイバグレーティング24及び26とが用いられている。図9の第7実施形態は、ファイバグレーティング24がポート74で終端されている点で特徴づけられる。

20 【0065】ポート74へ供給された波長 λ_1 の光信号はファイバグレーティング24及び26を通過し、ポート18A及び18Bを経てポート6に至る。ポート8へ供給された波長 λ_2 及び λ_3 の2チャンネルのアッド光は、ポート18Cを通してポート18Aから出力される。波長 λ_2 のアッド光はファイバグレーティング26で反射してポート18Aに戻る。波長 λ_3 のアッド光はファイバグレーティング24で反射してポート18Aに戻る。

30 【0066】ポート18Aに戻った波長 λ_2 及び λ_3 のアッド光はポート18Bを経てポート6へ至る。この実施形態では、ファイバグレーティング24及び26を透過する光の波長 λ_1 がファイバグレーティング24及び26でそれぞれ反射する光の波長 λ_2 及び λ_3 よりも長く設定されているので、ポート74からポート6へ至る波長 λ_1 の光についての損失を小さく抑えることができる。

【0067】また、光サーキュレータにより近いファイバグレーティング26で反射する光の波長 λ_2 が光サーキュレータ18からより遠いファイバグレーティング24で反射する光の波長 λ_3 よりも短く設定されているので、ファイバグレーティング24で反射する波長 λ_2 の光がファイバグレーティング26を往復して通過するときの損失を小さく抑えることができる。

【0068】図10を参照すると、本発明を適用可能なネットワークが示されている。このネットワークは、端局76、78及び80を光ファイバ伝送路で結んで構成されている。端局76及び78間における双方向伝送を可能にするために、双方向用の光アッド／ドロップ回路82が用いられている。

【0069】光アッド／ドロップ回路82は、端局76に動作的に接続されるポート84及び86と、端局80に動作的に接続されるポート88及び90と、端局78に動作的に接続されるポート92及び94とを有している。

【0070】このネットワークにおいては、4チャンネルの波長 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{21} 及び λ_{22} が定義される。各チャンネルは図5に示される相対関係を満足する。以下の説明では、「4チャンネル」というときには、波長 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{21} 及び λ_{22} を意味し、「2チャンネル」というときには、波長 λ_{11} 及び λ_{12} 又は波長 λ_{21} 及び λ_{22} を意味するものとする。特に「短いほうの2チャンネル」というときには、波長 λ_{11} 及び λ_{12} を意味し、「長いほうの2チャンネル」というときには、波長 λ_{21} 及び λ_{22} を意味するものとする。

【0071】光アッド／ドロップ回路82は、ポート84へ供給された4チャンネルの光信号のうち長いほうの2チャンネルをポート92へ通過させ、短いほうの2チャンネルをポート88からドロップ光として出力する。ポート90へ供給された短いほうの2チャンネルのアッド光はポ

ート92から出力される。
【0072】また、光アッド／ドロップ回路82は、ポート94へ供給された4チャンネルの光信号のうち短いほうの2チャンネルをポート96へ通過させ、長いほうの2チャンネルをポート88からドロップ光として出力する。ポート90へ供給された長いほうの2チャンネルのアッド光はポート86から出力される。

【0073】端局76は、光送信機（#1、#2、#3及び#4）と、これらの光送信機からの4チャンネルの光信号を波長分割多重する光マルチプレクサ98とを有している。

【0074】波長分割多重された4チャンネルの光信号は、光ファイバ伝送路100を介して光アッド／ドロップ回路82のポート84へ供給される。光ファイバ伝送路100の途中には複数の光増幅器102が設けられている。

【0075】ポート92から出力される長いほうの2チャンネルの光信号及び短いほうの2チャンネルのアッド光は光ファイバ伝送路104により端局78へ送られる。光ファイバ伝送路104の途中には複数の光増幅器106が設けられている。

【0076】端局78は、光ファイバ伝送路104から受けた光を短いほうの2チャンネルの光信号と長いほうの2チャンネルのアッド光とに分離する光デマルチプレクサ108を有している。短いほうの2チャンネルのアッド光はそれぞれ光受信機110（#1及び#2）へ供給され、長いほうの2チャンネルの光信号はそれぞれ光受信機110（#3及び#4）へ供給される。

【0077】端局78は、更に、光送信機112（#1、#2、#3及び#4）と、これらの光送信機からの

4チャンネルの光信号を波長分割多重する光マルチプレクサ114とを有している。

【0078】波長分割多重された4チャンネルの光信号は光ファイバ伝送路116を介して光アッド／ドロップ回路82のポート94へ供給される。光ファイバ伝送路116の途中には複数の光増幅器118が設けられている。

【0079】短いほうの2チャンネルの光信号はポート94からポート86へ通過し、長いほうの2チャンネルの光信号はポート88からドロップ光として出力される。ポート86から出力される短いほうの2チャンネルの光信号及び長いほうの2チャンネルのアッド光は、光ファイバ伝送路120により端局76へ送られる。光ファイバ伝送路120の途中には複数の光増幅器122が設けられている。

【0080】端局76は、光ファイバ伝送路120により送られてきた4チャンネルの光を短いほうの2チャンネルの光信号と長いほうの2チャンネルのアッド光とに分離する光デマルチプレクサ124を有している。短いほうの2チャンネルの光信号はそれぞれ光受信機（#1及び#2）へ供給され、長いほうの2チャンネルのアッド光はそれぞれ光受信機126（#3及び#4）へ供給される。

【0081】ポート88から出力される4チャンネルのドロップ光は光ファイバ伝送路128を介して端局80へ送られる。光ファイバ伝送路128の途中には複数の光増幅器130が設けられている。

【0082】4チャンネルのドロップ光は光デマルチプレクサ132により分離され、それぞれ光受信機134

（#1、#2、#3及び#4）へ供給される。端局80は、4チャンネルのアッド光を出力する光送信機136

（#1、#2、#3及び#4）を有している。4チャンネルのアッド光は光マルチプレクサ138で波長分割多重され、光ファイバ伝送路140を介して光アッド／ドロップ回路82のポート90へ供給される。光ファイバ伝送路140の途中には複数の光増幅器142が設けられている。

【0083】ポート90へ供給された4チャンネルのアッド光のうち、短いほうの2チャンネルのアッド光はポート92から出力され、長いほうの2チャンネルのアッド光はポート86から出力される。

【0084】図11を参照すると、本発明の第8実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図が示されている。この光アッド／ドロップ回路は図10の光アッド／ドロップ回路82として用いることができる。

【0085】双方向伝送におけるアッド／ドロップを可能にするために、六つの光サーキュレータ144、146、148、150、152及び154が用いられている。光サーキュレータ144のポート144Aはポート84に接続され、ポート144Bファイバグレーティング156の第1端に接続され、ポート144Cは光サー

キュレータ 148 のポート 148 A に接続される。

【0086】ファイバグレーティング 156 の第 2 端はファイバグレーティング 158 の第 1 端に接続される。ファイバグレーティング 158 の第 2 端は光アイソレータ 160 の入力ポートに接続される。

【0087】光アイソレータ 160 の出力ポートはファイバグレーティング 162 の第 1 端に接続される。ファイバグレーティング 162 の第 2 端はファイバグレーティング 164 の第 1 端に接続される。

【0088】ファイバグレーティング 164 の第 2 端は 10 光サーキュレータ 146 のポート 146 A に接続される。光サーキュレータ 146 のポート 146 B はポート 92 に接続され、ポート 146 C は光サーキュレータ 150 のポート 150 A に接続される。

【0089】光サーキュレータ 150 のポート 150 B はファイバグレーティング 166 の第 1 端に接続され、ファイバグレーティング 166 の第 2 端はファイバグレーティング 168 の第 1 端に接続される。ファイバグレーティング 168 の第 2 端は光サーキュレータ 152 のポート 152 A に接続される。

【0090】光サーキュレータ 152 のポート 152 B はポート 86 に接続され、ポート 152 C はファイバグレーティング 170 の第 1 端に接続される。ファイバグレーティング 170 の第 2 端はファイバグレーティング 172 の第 1 端に接続され、ファイバグレーティング 172 の第 2 端は光アイソレータ 174 の出力ポートに接続される。

【0091】光アイソレータ 174 の入力ポートはファイバグレーティング 176 の第 1 端に接続され、ファイバグレーティング 176 の第 2 端はファイバグレーティ 30 ング 178 の第 1 端に接続される。

【0092】ファイバグレーティング 178 の第 2 端は光サーキュレータ 154 のポート 154 A に接続される。光サーキュレータ 154 のポート 154 B はファイバグレーティング 180 の第 1 端に接続され、ポート 154 C はポート 94 に接続される。

【0093】ファイバグレーティング 180 の第 2 端はファイバグレーティング 182 の第 1 端に接続され、ファイバグレーティング 182 の第 2 端は光サーキュレータ 148 のポート 148 B に接続される。光サーキュレータ 148 のポート 148 C はポート 88 に接続され 40 る。

【0094】ファイバグレーティング 156, 164, 166 及び 182 の各々のブラッグ反射波長は λ_{11} であり、ファイバグレーティング 158, 162, 168 及び 180 の各々のブラッグ反射波長は λ_{12} であり、ファイバグレーティング 170 及び 178 の各々のブラッグ反射波長は λ_{13} であり、ファイバグレーティング 172 及び 176 の各々のブラッグ反射波長は λ_{14} である。

【0095】ポート 84, 90 及び 94 へ供給された各 50

チャネルの光の経路を以下に提示することにより、この光アッド／ドロップ回路の動作を説明をする。

(1) ポート 84 へ供給された波長 λ_{11} の光信号の伝搬経路は、ポート 84、ポート 144 A、ポート 144 B、ファイバグレーティング 156、ポート 144 B、ポート 144 C、ポート 148 A、ポート 148 B、ファイバグレーティング 182、ポート 148 B、ポート 148 C 及びポート 88 の順である。

【0096】(2) ポート 84 へ供給された波長 λ_{12} の光信号の伝搬経路は、ポート 84、ポート 144 A、ポート 144 B、ファイバグレーティング 156、ファイバグレーティング 158、ファイバグレーティング 156、ポート 144 B、ポート 144 C、ポート 148 A、ファイバグレーティング 182、ファイバグレーティング 180、ファイバグレーティング 182、ポート 148 B、ポート 148 C 及びポート 88 の順である。

【0097】(3) ポート 84 へ供給された波長 λ_{13} の光信号の伝搬経路は、ポート 84、ポート 144 A、ポート 144 B、ファイバグレーティング 156、ファイバグレーティング 158、光アイソレータ 160、ファイバグレーティング 162、ファイバグレーティング 164、ポート 146 A、ポート 146 B 及びポート 92 の順である。

【0098】(4) ポート 84 へ供給された波長 λ_{14} の光信号の伝搬経路は、(3) と同じである。

(5) ポート 90 へ供給された波長 λ_{11} のアッド光の伝搬経路は、ポート 90、ポート 150 C、ポート 150 B、ファイバグレーティング 166、ポート 150 B、ポート 150 A、ポート 146 C、ポート 146 A、ファイバグレーティング 164、ポート 146 A、ポート 146 B 及びポート 92 の順である。

【0099】(6) ポート 90 へ供給された波長 λ_{12} のアッド光の伝搬経路は、ポート 90、ポート 150 C、ポート 150 B、ファイバグレーティング 166、ファイバグレーティング 168、ファイバグレーティング 166、ポート 150 B、ポート 150 A、ポート 146 C、ポート 146 A、ファイバグレーティング 164、ファイバグレーティング 162、ファイバグレーティング 164、ポート 146 A、ポート 146 B 及びポート 92 の順である。

【0100】(7) ポート 90 へ供給された波長 λ_{13} のアッド光の伝搬経路は、ポート 90、ポート 150 C、ポート 150 B、ファイバグレーティング 166、ファイバグレーティング 168、ポート 152 A、ポート 152 C、ファイバグレーティング 170、ポート 152 C、ポート 152 B 及びポート 86 の順である。

【0101】(8) ポート 90 へ供給された波長 λ_{14} のアッド光の伝搬経路は、ポート 90、ポート 150 C、ポート 150 B、ファイバグレーティング 166、ファイバグレーティング 168、ポート 152 A、ポート 1

52C、ファイバグレーティング170、ファイバグレーティング172、ファイバグレーティング170、ポート152C、ポート152B及びポート86の順である。

【0102】(9)ポート94へ供給された波長 λ_1 の光信号の伝搬経路は、ポート94、ポート154C、ポート154A、ファイバグレーティング178、ファイバグレーティング176、光アイソレータ174、ファイバグレーティング172、ファイバグレーティング170、ポート152C、ポート152B及びポート86 10の順である。

【0103】(10)ポート94へ供給された波長 λ_1 の光信号の伝搬経路は、(9)と同じである。

(11)ポート94へ供給された波長 λ_1 の光信号の伝搬経路は、ポート94、ポート154C、ポート154A、ファイバグレーティング178、ポート154A、ポート154B、ファイバグレーティング180、ファイバグレーティング182、ポート148B、ポート148C及びポート88の順である。

【0104】(12)ポート94へ供給された波長 λ_1 20の光信号の伝搬経路は、ポート94、ポート154C、ポート154A、ファイバグレーティング178、ファイバグレーティング176、ファイバグレーティング178、ポート154A、ポート154B、ファイバグレーティング180、ファイバグレーティング182、ポート148B、ポート148C及びポート88の順である。

【0105】この実施形態では、本発明に従って光アイソレータ160及び174が適切な位置に設けられているので、共振により光アッド／ドロップ回路の動作が不安定になることがない。 30

【0106】ところで、この実施形態では、長いほうの2チャンネルの光がファイバグレーティング178、176、172及び170をこの順に通過するので、ポート94からポート86に至る長いほうの2チャンネルに対する損失が大きくなる恐れがある。これを改善した実施形態を次に説明する。

【0107】図12を参照すると、本発明の第9実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図が示されている。この光アッド／ドロップ回路は図10の光アッド／ドロップ回路82として用いることができる。 40

【0108】この実施形態では図11の光サーキュレータ152及び154に代えて、光のサーキュレーションの方向がそれぞれ逆である光サーキュレータ152'及び154'が用いられている。これに伴い次のような変更が施されている。

【0109】ファイバグレーティング168の第2端は光アイソレータ184の入力ポートに接続され、光アイソレータ184の出力ポートはファイバグレーティング186の第1端に接続される。ファイバグレーティング 50

186の第2端はファイバグレーティング188の第1端に接続される。

【0110】ファイバグレーティング188の第2端は光サーキュレータ152'のポート152A'に接続される。光サーキュレータ152'のポート152B'はポート86に接続され、ポート152C'は光サーキュレータ154'のポート154A'に接続される。光サーキュレータ154'のポート154B'はファイバグレーティング190の第1端に接続され、ポート154C'はポート94に接続される。

【0111】ファイバグレーティング190の第2端はファイバグレーティング192の第1端に接続され、ファイバグレーティング192の第2端は光アイソレータ194の入力ポートに接続される。

【0112】光アイソレータ194の出力ポートはファイバグレーティング180の第1端に接続される。ファイバグレーティング188及び190の各々のブラッグ反射波長は λ_1 であり、ファイバグレーティング186及び192の各々のブラッグ反射波長は λ_1 である。

【0113】各チャンネルの光の伝搬経路が図11の第8実施形態と異なる点を以下に提示して、図12の光アッド／ドロップ回路の動作を説明する。図11に従って説明した伝搬経路(1)～(6)はそのまま図12に適用されるが、(7)～(12)の伝搬経路はそれぞれ以下の通り(7')～(12')に変更される。

【0114】(7')ポート90へ供給された波長 λ_1 のアッド光の伝搬経路は、ポート90、ポート150C、ポート150B、ファイバグレーティング166、ファイバグレーティング168、光アイソレータ184、ファイバグレーティング186、ファイバグレーティング188、ポート152A'、ポート152B'及びポート86の順である。

【0115】(8')ポート90へ供給された波長 λ_1 のアッド光の伝搬経路は、(7')と同じである。

(9')ポート94へ供給された波長 λ_1 の光信号の伝搬経路は、ポート94、ポート154C'、ポート154B'、ファイバグレーティング190、ポート154B'、ポート154A'、ポート152C'、ポート152A'、ファイバグレーティング188、ポート152A'、ポート152B'及びポート86の順である。

【0116】(10')ポート94へ供給された波長 λ_1 の光信号の伝搬経路は、ポート94、ポート154C'、ポート154B'、ファイバグレーティング190、ファイバグレーティング192、ファイバグレーティング190、ポート154B'、ポート154A'、ポート152C'、ポート152A'、ファイバグレーティング188、ファイバグレーティング186、ファイバグレーティング188、ポート152A'、ポート152B'及びポート86の順である。

【0117】(11')ポート94へ供給された波長 λ_1

11 の光信号の伝搬経路は、ポート 9 4、ポート 1 5 4 C'、ポート 1 5 4 B'、ファイバグレーティング 1 9 0、ファイバグレーティング 1 9 2、光アイソレータ 1 9 4、ファイバグレーティング 1 8 0、ファイバグレーティング 1 8 2、ポート 1 4 8 B、ポート 1 4 8 C 及びポート 8 8 の順である。

【0 1 1 8】(1 2') ポート 9 4 へ供給された波長 λ_{11} の光信号の伝搬経路は、(1 1') と同じである。

この実施形態では、光アイソレータ 1 6 0、1 8 4 及び 1 9 4 が適切な位置に設けられているので、共振により 10 光アッド／ドロップ回路の動作が不安定になることがない。

【0 1 1 9】また、すべてのファイバグレーティングについて、透過する光の波長がブラッグ反射波長よりも長く設定されているので、損失を小さく抑えることができる。

【0 1 2 0】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のある側面によると、共振等により動作が不安定になることのない 20 光アッド／ドロップ回路の提供が可能になるという効果が生じる。

【0 1 2 1】本発明の他の側面によると、損失が小さい光アッド／ドロップ回路の提供が可能になるという効果が生じる。

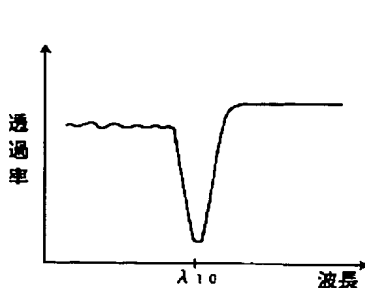
【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図である。

【図 2】図 1 に示されるファイバグレーティングの透過率と波長の関係を表すグラフである。

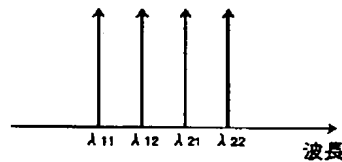
【図 2】

透過率と波長の関係を示すグラフ



【図 5】

図 4 における各チャネルの波長配置を示す図



【図 3】本発明の第 2 実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図である。

【図 4】本発明の第 3 実施形態を示す光回路のブロック図である。

【図 5】図 4 における各チャネルの波長配置を示す図である。

【図 6】本発明の第 4 実施形態を示す光ドロップ回路のブロック図である。

【図 7】本発明の第 5 実施形態を示す光ドロップ回路のブロック図である。

【図 8】本発明の第 6 実施形態を示す光アッド回路のブロック図である。

【図 9】本発明の第 7 実施形態を示す光アッド回路のブロック図である。

【図 10】本発明を適用可能なネットワークを示すブロック図である。

【図 11】本発明の第 8 実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図である。

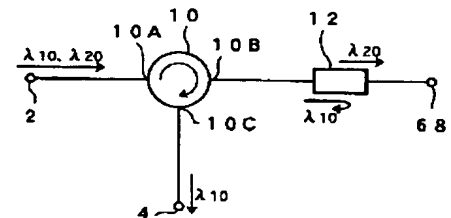
【図 12】本発明の第 9 実施形態を示す光アッド／ドロップ回路のブロック図である。

【符号の説明】

1 0, 1 8, 1 4 4, 1 4 6, 1 4 8, 1 5 0, 1 5 2, 1 5 4, 1 5 2', 1 5 4' 光サーキュレータ
1 2, 1 6, 2 0, 2 2, 2 4, 2 6, 1 5 6, 1 5 8, 1 6 2, 1 6 4, 1 6 6, 1 6 8, 1 7 0, 1 7 2, 1 7 6, 1 7 8, 1 8 0, 1 8 2, 1 8 6, 1 8 8, 1 9 0, 1 9 2 ファイバグレーティング
1 4, 1 6 0, 1 7 4, 1 8 4, 1 9 4 光アイソレータ

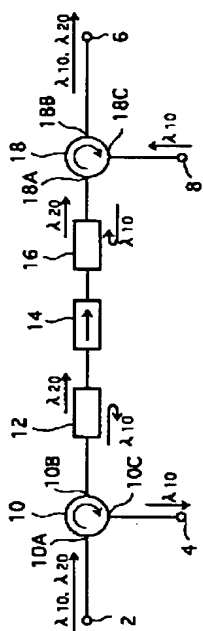
【図 6】

第 4 実施形態を示すブロック図



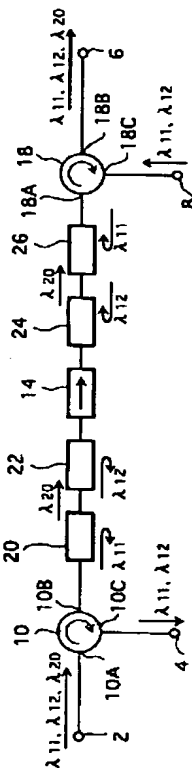
【図 1】

第 1 実施形態を示すブロック図



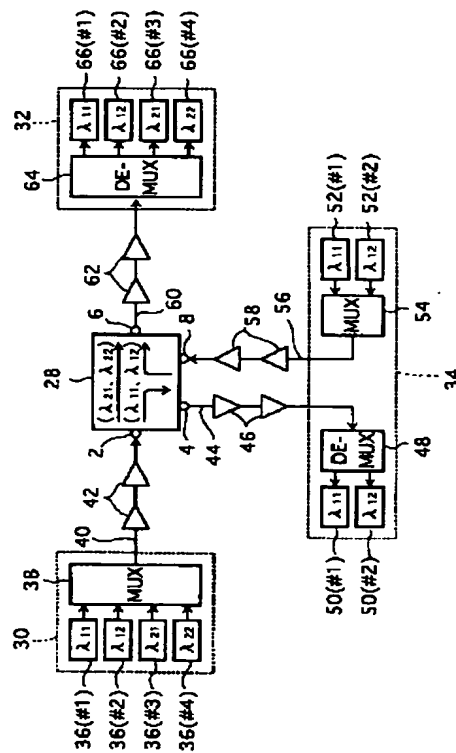
【図 3】

第 2 実施形態を示すブロック図



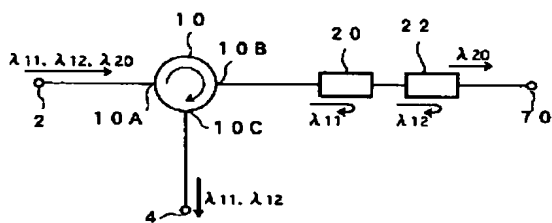
【図 4】

第 3 実施形態を示すブロック図



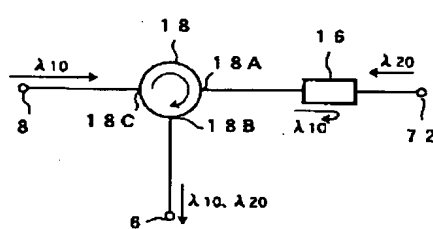
【図 7】

第 5 実施形態を示すブロック図



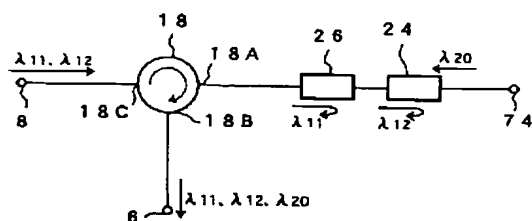
【図 8】

第 6 実施形態を示すブロック図



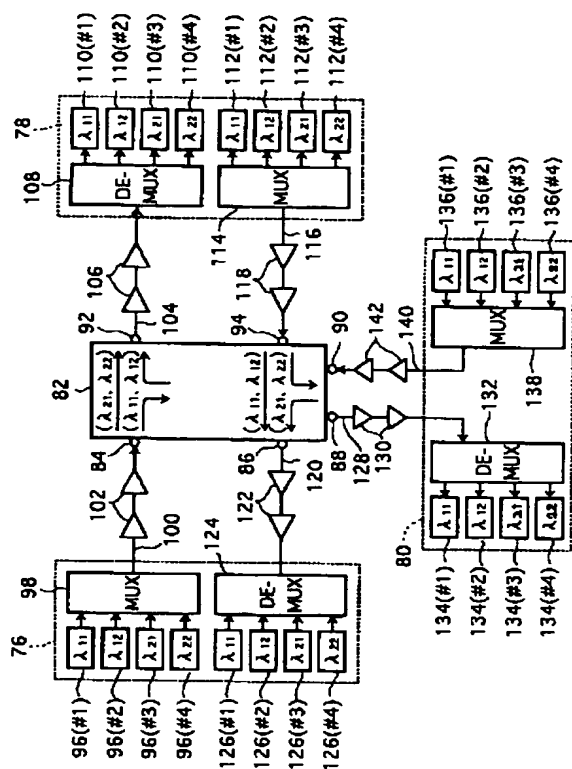
【図 9】

第 7 実施形態を示すブロック図



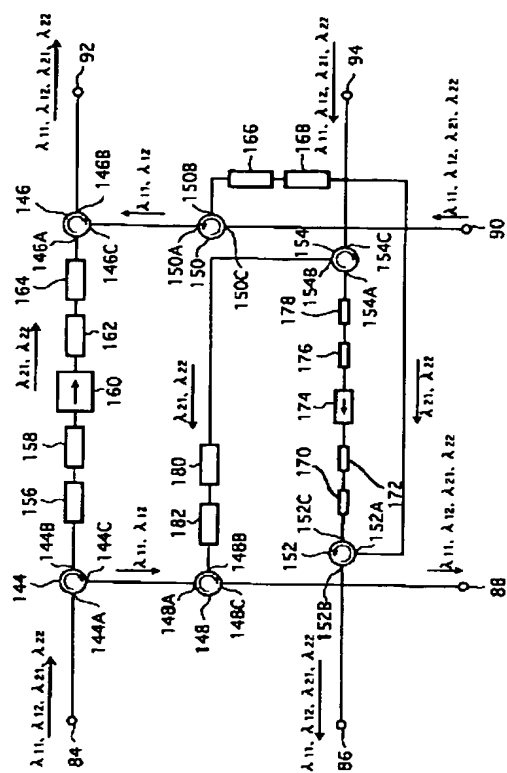
【図 10】

本発明を適用可能なネットワークを示すブロック図



【図 11】

第 8 実施形態を示すブロック図



【図 12】

第 9 実施形態を示すブロック図

